

# Herstelstrategie H91F0: Droge hardhoutoibossen

Huiskes, H.P.J., N.A.C. Smits & H.F. van Dobben

## *Leeswijzer*

Dit document start met de kenschets uit het profieldocument (paragraaf 1) en geeft daarna een overzicht van de ecologische randvoorwaarden van het habitatype (paragraaf 2). Vervolgens wordt ingegaan op de effecten van atmosferische stikstofdepositie op het habitatype (paragraaf 3) en op andere processen die de kwaliteit beïnvloeden (paragraaf 4). Vervolgens komen in paragraaf 5 en 6 maatregelen aan bod om de achteruitgang te stoppen, dan wel de kwaliteit te verbeteren. Deze maatregelen dienen in aanvulling op het reguliere beheer (paragraaf 2) te worden uitgevoerd. In paragraaf 7 worden maatregelen voor uitbreiding besproken en in paragraaf 8 komt de effectiviteit en duurzaamheid van de maatregelen aan bod. In paragraaf 9 worden de maatregelen in een overzichtstabel samengevat en het document wordt afgesloten met literatuurreferenties in paragraaf 10.

## 1. Kenschets

De tekst in onderstaand kader betreft de kenschets van het profielendocument van het habitatype.

Dit habitatype betreft de hardhoutoibossen op oeverwallen en andere hoge en droge delen van het rivierengebied waar enige aanvoer van basenrijk water optreedt en tot in de wortelzone doordringt. Het zijn rivierbegeleidende bossen met een aspect van boomsoorten met hard hout. De struiklaag en de kruidlaag zijn doorgaans soortenrijk met plaatselijk veel zeldzame bolgewassen.

Op iets vochtigere gronden komen hardhoutoibossen voor met een deels gelijke en deels afwijkende soortensamenstelling. In overeenstemming met de afbakening in België en Duitsland worden deze hardhoutoibossen ingedeeld bij habitatype H91E0.

Er komen geen soorten voor van de Vogel- of Habitatrichtlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied. Daarnaast zijn er geen typische soorten, waarvoor in dit habitatype mogelijke problemen als gevolg van stikstofdepositie worden verwacht.

Voor een goed begrip van de onderstaande paragrafen, is het essentieel om uit te gaan van de definitie van het habitatype en zijn kwaliteitseisen (abiotische randvoorwaarden, samenstellende vegetatietypen, typische soorten en overige kenmerken van goede structuur en functie). Zie daarvoor het profielendocument

([http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel\\_habitatype\\_91F0.pdf](http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitatype_91F0.pdf)).

N.B. Droge hardhoutoibossen omvatten, naast zomen en struwelen, slechts het bostype Abelen-lepenbos. Het Essen-lepenbos valt onder habitatype H91E0, subtype B (Vochtige alluviale bossen, Essen-lepenbossen).

## 2. Ecologische randvoorwaarden

Het habitatype komt binnen het rivierengebied voor binnen de directe invloed van de rivier op de droogste en voedselarmste plekken (oeverwallen, rivierduinen en de voet van de Utrechtse en Veluwe stuwwallen grenzend aan het winterbed van de rivier). De overstromingsduur is gemiddeld minder dan 10 dagen per jaar (veelal minder dan 1 dag per jaar). Sedimentatie van zand speelt vrijwel geen rol, hooguit treedt er in droge jaren wat verstuiving op. De gemiddeld hoogste en ook laagste grondwaterstand liggen dieper dan 1,2 m. De meest preferente bodems zijn zandgronden (kanteerd-, vorstvaag- en holtpodzolgronden in matig fijn en matig grof zand) of zeer lichte zavel. Het kleigehalte is in deze gronden is zeer laag (< 10%), waardoor zowel nalevering van vocht vanuit de bodem of binding van voedingsstoffen aan het kleicomplex beperkt is. De gronden zijn vaak gedeeltelijk ontkalkt met in de bovengrond een kalkgehalte van 0–3% en een pH (KCl) van 4–7. Het kalkgehalte van de bovengrond is veelal lager dan 1% (bij uitzondering 3 tot 5%). De organische stof wordt langzaam afgebroken tot een moderhumus. Het humusgehalte van de bovengrond varieert tussen de 2 en 7%. In zeer uitzonderlijke gevallen vormt zich een dunne ectorganische humushorizont, meestal pas na 10 tot 15 jaar afwezigheid van overstroming. Het P-gehalte van de bodem varieert tussen de 20 tot 55 mg / 100 gram bodem. De karakteristieke C/P verhouding voor deze standplaats ligt tussen de 50 tot 100 in de bovenlaag en 30 tot 65 in de laag eronder. N-totaal bedraagt 100 tot 300 mg/ 100g met een C/N verhouding van 12 tot 15 (Wolf et al. 2001).

Door de iepziekte zijn veel iepen preventief gekapt en heeft de gladde iep nu meer als wortelopslag in struikvorm haar rentree gemaakt, zowel in gehakte oobossen als aan de voet van stuwwallen (Wolf et al. 2001, Den Ouden et al. 2010).

Voor de abiotische randvoorwaarden (Runhaar et al. 2009) wordt uitgegaan van de omstandigheden van het Abelen-Iepenbos (subassociatie met Slangenlook; 43Aa01A), aangevuld met de minder kenmerkende subassociaties van dezelfde gemeenschap (soortenarme subassociatie en subassociatie met Wilde hyacint (43Aa01BC; Stortelder et al. 1999).

### 2.1 Zuurgraad

De optimale zuurgraad beslaat een traject van 5,5–7,5 (pH-H<sub>2</sub>O). Een pH 4,5 tot 5,5 van de bovengrond geldt als aanvullend bereik voor de subassociaties B en C van het Abelen-Iepenbos. De subassociatie met Slangenlook (subassociatie A) heeft de meest strikte pH range van 6,5 tot 7,5 met een beperkte tolerantie voor oppervlakkige verzuring tot pH 6 (Runhaar et al. 2009).

### 2.2 Voedselrijkdom

De optimale range voor voedselrijkdom is matig voedselarm tot matig voedselrijk. Wanneer er sprake is van voedselrijke gronden kan het habitatype enkel voorkomen in minder goed ontwikkelde vorm (Runhaar et al. 2009).

### 2.3 Vochttoestand

Het kernbereik van dit habitatype is zeer vochtig tot matig droog, wat zich vertaalt in een GVG dieper dan 25 cm beneden maaiveld. Waarbij de droogtestress kan oplopen tot 32 dagen. Het betreft een grondwateronafhankelijk habitatype (Runhaar et al. 2009).

## 2.4 Overstromingsduur

Knaapen en Rademakers (1990) vatten de hydrodynamische omstandigheden van hardhoutooibossen als volgt samen: er is een minimale overstroming van 3 dagen per jaar vereist. Bij deze minimale overstroming (3 tot 14 dagen) kunnen schaduwbomen als Beuk en Haagbeuk zich namelijk niet handhaven en blijft er ruimte voor lichtsoorten. De bovengrens van overstroming ligt volgens hen op 90 dagen per jaar (Knaapen & Rademakers 1990). Deze bovenkant van de overstromingsrange wordt door verschillende Nederlandse deskundigen als te ruim ervaren. In rivierkundige modelleringen voor de Nederlandse situatie wordt een maximale overstromingsduur van 20 dagen gehanteerd (Duel et al. 1991).

## 2.5 Landschapsecologische processen

Droge hardhoutooibossen komen voor op relatief hooggelegen plekken in het winterbed van de grote rivieren: op oeverwallen, op oude rivierduinen of aan de rand van rivierdalen op overgangen naar pleistocene zandgronden. Het type is gebonden aan standplaatsen die alleen bij de hoogste waterstanden overstromen (gemiddelde overstromingsduur minder dan 10 dagen per jaar, in de meeste gevallen minder dan 1 dag per jaar). Zij vormen het droge climaxstadium op oeverwallen langs de rivieren en volgen in de successie op het Stroomdalgrasland (H6120).

Het habitatype Ruigten en zomen (H6430, subtype C: Verbond van Look-zonder-look) zijn bijzonder door het voorkomen van Midden-Europese soorten, zoals knolribzaad, kleine kaardenbol, kruisbladwalstro, rivierkruiskruid, besanjelier en torenkruid (Bijlsma et al. 2008). Deze ruigten kunnen goed in mozaïek met hardhoutooibos worden ontwikkeld.

Zie ook de informatie uit de landschapsdoorsneden (Deel III).

## 2.6 Regulier beheer

Knaapen en Rademakers (1990) stellen dat voor het ontwikkelen en instandhouden van hardhoutooibos geen of zeer weinig beheer noodzakelijk is. In Nederland is botanisch en vegetatiekundig gezien het Zalkerbos het best ontwikkelde hardhoutooibos. Dit wordt nog deels als hakhout beheerd. Op landschapsschaal zijn de hardhoutooibossen zoals in de Duursche waarden (Fortmond) en de Millingerwaard (Kolenbranderbos) interessant, maar nog kleiner en vegetatiekundig minder goed ontwikkeld. Deze bossen kennen een extensief begrazingsbeheer. Ook in grootschalig extensief begraasde terreinen als Koningssteen beginnen soorten op te slaan die de ontwikkeling richting hardhoutooibos aanduiden.

# 3. Effecten van stikstofdepositie

Voor het Eunis type (G1.2) waartoe dit habitatype wordt gerekend is geen empirische kritische depositiewaarde vastgesteld (Bobbink & Hettelingh 2011). De kritische depositiewaarde voor hardhoutooibos is vastgesteld op 2071 mol N/ha/jr (29 kg N/ha/jr; Van Dobben et al. 2012). Dit getal is gebaseerd op de gemiddelde modeluitkomst.

## 3.1 Verzuring

Overstroming van dit bostype kan in een oppervlakkig verzuurd droog ooibos (met matige habitatkwaliteit) een pH sprong opleveren van 2,5 eenheid: van 4 naar 6,5 (Wolf et al. 2001).

### 3.2 Vermesting

Het Abelen-lepenbos is een stikstofrijk bostype dat door inundaties en/of erosieprocessen (aan de voet van stuwwallen en het binnenduin) voedsel- en basenrijk blijft (Koop & Van der Werf 1995). Vermesting lijkt beperkt aan de orde, maar het is niet duidelijk of dit in vegetatiekundig goed ontwikkelde situaties een probleem oplevert (kennislacune).

### 3.3 Fauna

Er zijn geen typische diersoorten, waarvoor effecten van stikstofdepositie zijn te verwachten. Verder komen er geen soorten voor van de Vogel- of Habitatrichtlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied.

## 4. Andere omstandigheden die de effecten van stikstofdepositie beïnvloeden

Hardhoutooibossen beschikken over het algemeen over een zeer actief bodemleven, waarbij het denkbaar is dat deze een extra input van stikstof weet te fixeren in de bodem (Kemmers et al. 2011, Hommel et al. 2010).

### 4.1 Hydrodynamiek van de rivier

Het Abelen-lepenbos is binnen de riviervlakte het meest hoog en droog gelegen bostype, maar staat evenwel onder invloed van rivierwater. Dat kan jaarlijks tot eens in 10 jaar zijn door overstroming en jaarlijks door capillaire opstijging van rivierwater tot in de wortelzone van het bos. Hierdoor zorgt het rivierwater voor een aanrijking van de bodem en wordt structurele verzuring van de bodem voorkomen.

Doordat het rivierwater tegenwoordig veel meer wordt gekanaliseerd (inclusief verbreding winterbed en het graven van nevengeulen) en versneld wordt afgevoerd, zijn de hoogste waterstanden lager geworden en is de gemiddelde overstromingduur korter geworden. Wel kan de frequentie van overstroming omhoog gaan: er moet in korte tijd meer water worden afgevoerd. Door deze veranderingen in de hydrodynamiek is de mate van buffering door rivierwater minder groot geworden en kan verzuring sneller doorzetten. Deze kan door de verhoogde stikstofdepositie nog worden versterkt.

### 4.2 Verwijdering voedingsstoffen

Bij extreme overstromingen worden vers strooisel en zelfs delen van de toplaag van de bodem weggespoeld. Het humusprofiel dat op deze geërodeerde delen ontstaat, is een zeer luchtige mix van vers strooisel, verteerd strooisel, zand en slib. Het afvoeren van een gedeelte van de bovenlaag werkt verschalend. Hoeveel wordt weggeslagen, hangt af van de plek in het riviergebied (hoeveel water komt er langs) en de stroomsnelheid van het water (mond. meded. Hommel).

Het is overigens theoretisch mogelijk dat er situaties ontstaan waarbij de bodem te arm wordt voor het voorkomen van hardhoutooibos, maar gezien de huidige menselijke beïnvloeding van de hoeveelheid (inclusief de overstromingsfrequentie) en kwaliteit van het rivierwater is dit niet realistisch.

### 4.3 Aanvoer slib

De hardhoutoobossen nemen de hoogste delen van de oeverwallen in het rivierengebied in. Wanneer de tegenwoordig sterk bedijkte rivier deze overstroomt, het rivierwater al een groot deel van haar snelheid kwijt. Hierdoor zal slib neerslaan in het bos. Rivierwater is kalkhoudend en zeker bij verhoogde afvoer kan het aangevoerde slib tot 16 % kalk bevatten. Deze kalkgehalten verschillen per rivier (Waal 12–16%, Maas 4 %; [Wolf et al. 2001](#)). Daarnaast is dit slib voedselrijk, waardoor dit sediment een vermestend, maar tevens zuur bufferend effect kan hebben.

### 4.4 Exoten

In een goed functionerend (periodiek geïnundeerd) oobos hoeft de Noordse esdoorn geen bedreiging te vormen, maar bij het uitblijven van inundaties kunnen zij uiteindelijk gaan domineren. De uitheemse Robinia is in staat om stikstof te binden (door middel van wortelknolletjes), wat haar grote concurrentiekracht geeft ten opzichte van andere loofbomen in dit milieu ([Wolf et al. 2001](#), [mond. med. Hommel](#)). Daarnaast maakt de grote biomassa-productie en kiemkracht van de Robinia dat zij concurreert met hardhoutsoorten. Door Robinia te verwijderen is meer ruimte voor gewenste soorten.

### 4.5 Randeffecten

Er is een duidelijk verschil tussen de depositie op de bosrand ten opzichte van de kern van het bosperceel. Algemeen wordt het verloop van dit effect beschreven met een exponentieel afnemende curve ([De Schrijver et al. 2007a](#)).

Belangrijk is ook dat er een opmerkelijk verschil in bosrandeffecten gevonden wordt tussen loof- en naaldbossen. De hogere stikstofdepositie in naaldbossen dan in naburige loofbossen ([De Schrijver et al. 2007b](#)) is nog sterker uitgesproken in de bosrand dan in de boskern (oa [Wuyts 2009](#)).

Door Wuyts is ook onderzoek gedaan naar de vormgeving van de bos rand in relatie tot invang van stikstof. Hierbij werd aangetoond dat een geleidelijk opgaande bosrand leidt tot een significante verlaging van de depositie in de kern in vergelijking met een bosrand met een abrupte overgang in vegetatiehoogte ([Wuyts et al. 2009](#)).

### 4.6 Ontoereikend regulier beheer

Voor het ontwikkelen en instandhouden van hardhoutoobos is weinig beheer noodzakelijk (zie 2.5). Een deel van de weinige hardhoutoobossen in ons land kent of kende een hakhoutcultuur. De hakhoutcultuur is selectief en bevoordeeld bepaalde boomsoorten. Begrazing is meestal gunstig voor de structuurvariatie en voor de ontwikkeling van mantels en zomen. Wanneer een oobos is opgenomen in een begrazingseenheid zal het bij jaarrond begrazing worden gebruikt als schuilplaats. Daarmee wordt er in het bos relatief meer mest achtergelaten dan in het omringende gebied. Ontoereikend regulier beheer wordt niet apart onder paragraaf 5 of 6 behandeld.

## 5. Maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie

Zowel hydrodynamiek als de boomsoort in het bos zijn sleutelfactoren bij de aanpak van verzuring en vermisting.

### 5.1 Hakhoutbeheer

Het voortzetten van hakhoutbeheer is vooral cultuurhistorisch van belang op plaatsen waar dit al lang gebeurt. De periodieke lichtstelling van de bosbodem is gunstig voor de humusvertering. Door de afvoer van hout vindt een beperkte afvoer van nutriënten plaats en in de jaren na de kap vermindert bladproductie, zodat er ook minder strooisel wordt geproduceerd.

Hoewel in het winterbed van de grote rivieren cyclisch beheer wel wordt voorgesteld om een goede waterafvoer te behouden, voorkomt hakhout de ontwikkeling van kwaliteiten van een opgaand bosecosysteem. Omvorming naar een zowel verticaal als horizontaal gestructureerd opgaand bos waarin eik, esdoorn, iep, es, zwarte populier en bosrank voorkomen, sluit aan op buitenlandse referenties van hardhoutooibos. Begrazing kan hierbij een belangrijke rol spelen door het openhouden van grazige ruimtes in het bos.

### 5.2 Ingrijpen in de soortensamenstelling

Het omvormen van cultuurbos op oeverwallen en rivierenduinen naar hardhoutooibos dient gefaseerd te worden uitgevoerd. Het heersende bosklimaat moet hierbij zoveel mogelijk behouden blijven om uniforme verruiging (wat ten koste gaat van halfschaduwsoorten) tegen te gaan. Stimuleren van de iep en specifiek de fladderiep dient een dubbel doel: de soort produceert goed verteerbaar strooisel en is resistent tegen iepziekte. Ook zwarte populier zou in de hardhoutooibossen een grotere rol kunnen spelen dan voorheen.

## 6. Maatregelen gericht op functioneel herstel

### 6.1 Herstel hydrodynamiek

Alleen door het wijzigen in de hydrodynamiek van de rivier is het mogelijk om het bos weer met enige regelmaat te laten overstroomd met rivierwater. Dit zal de buffering tegen verzuring verbeteren. Wellicht belangrijker is dat nieuwe duincomplexen ontstaan, zoals in de Millingerwaard, waar hardhoutooibossoorten zich kunnen vestigen en uitbreiden.

## 7. Maatregelen voor uitbreiding

Meidoorn- en Sleedoornstruwelen kunnen in de uiterwaarden op potentiële hardhoutooibos locaties liggen (Knaapen & Rademakers 1990). Door de inzet van extensieve begrazing van uiterwaarden kan hier een ontwikkeling richting hardhoutooibos mogelijk worden. Wanneer er onvoldoende zaadbronnen aanwezig zijn, kunnen de soorten worden ingeplant. De locaties met Abelen-lepenbos aan de voet van stuwwallen (onder andere Wageningse berg, Grebbeberg, Amerongen) vormen een goede uitvalsbasis voor uitbreiding (Van der Werf 1991; Schaminee et al.

2000). Hier kan het bos zich enkele tientallen meters uitbreiden tot de gemiddelde hoogwaterlijn waar de meeste kenmerkende soorten van hardhoutooibos voorkomen (Weeda et al. 2008). Geheel nieuw hardhoutooibos kan zich vestigen op plaatsen waar veel zand wordt afgezet in de uiterwaarden en nieuwe oeverwallen ontstaan (Maas et al. 2003).

## 8. Effectiviteit en duurzaamheid

Bosontwikkeling wordt in de uiterwaarden niet gedoogd vanwege waterstaatkundige eisen aan de afvoer van hoog water. Effectieve en duurzame ooibosontwikkeling in het winterbed van onze grote rivieren is daarom in feite niet mogelijk.

## 9. Overzichtstabel

Deze overzichtstabel is bedoeld als ondersteuning bij de te nemen maatregelen uit paragraaf 5 en 6 en dient slechts samen met de tekst te worden toegepast.

maatregel	type	doel	potentiële effectiviteit	randvoorwaarden / succesfactoren	vooronderzoek	herhaalbaarheid	responstijd	mate van bewijs
Hakhout beheer	H/U	behoud licht klimaat; afvoer nutriënten; behoud soorten	groot	Maatwerk (aanpassen op productie van het bos); 1 x 5 a 10 jr	indien voortzetting; niet noodzakelijk. indien (her)invoer; op standplaats	Beperkte duur	even geduld	B
Ingrijpen soortensamenstelling	H/U	verbeteren strooiselkwaliteit	groot	bij esdoorn: let op aantal toename	Op standplaats	Eenmalig	even geduld	V
Herstel hydrodynamiek	H/U	verbetering buffer capaciteit; afvoer nutriënten	groot	aanvoer vervuiling afsterven bos bij zware ijsgang; minimaal 1 x 10 jr	LESA	Beperkte duur	direct	V

### Verklaring kolommen:

**Maatregel:** soort maatregel, corresponderend met informatie uit paragraaf 5 en 6

**Type:** H = herstelmaatregel, U = uitbreidingsmaatregel

**Doel:** beoogde effect van de maatregel (ten behoeve van behoud, herstel en/of uitbreiding)

**Potentiële effectiviteit:** klein/matig/groot. Effectiviteit van de maatregel (als regime) ten opzichte van andere maatregelen en gerelateerd aan het beoogde effect

**Randvoorwaarden / succesfactoren:** de belangrijkste randvoorwaarden en succesfactoren van de maatregel

**Vooronderzoek:** niet noodzakelijk, op standplaats (in het HT zelf of in de directe omgeving), LESA (LandschapsEcologische SysteemAnalyse: Van der Molen 2010).



**Herhaalbaarheid:** eenmalig (kan maar eenmalig worden uitgevoerd, bijv. dempen sloten); beperkte duur (bij intensivering gaan nadelen opwegen tegen voordelen) of zo lang als nodig (geen negatieve trade-off tussen intensiteit en effectiviteit. Kun je altijd mee doorgaan, geen negatieve gevolgen).

**Responstijd:** dit betreft het effect van de maatregel (regime): Direct (< 1 jr); Even geduld (1 tot 5 jr); Vertraagd (5 tot 10 jr); Lang (meer dan 10 jr).

**Mate van bewijs:**

B – Bewezen: de maatregel heeft onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) met zekerheid het in de tekst beschreven positieve effect als hij in de praktijk wordt uitgevoerd. In de regel zal dat onderbouwd moeten zijn met (OBN-)literatuur, maar het kan eventueel ook met (nog niet eerder gepubliceerde) goed gedocumenteerde waarnemingen en o.a. OBN handleidingen.

V – Vuistregel: de maatregel kan onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) in veel gevallen het in de tekst beschreven positieve effect hebben als hij in de praktijk wordt uitgevoerd, maar dat is niet zeker. Redenen voor de onzekerheid kunnen zijn dat uit monitoring is gebleken dat er ook (onverklaarde) mislukkingen zijn of dat de voorwaarden voor succesvol herstel nog niet goed bekend zijn.

H – Hypothese: door logisch nadenken is een maatregel geformuleerd die in de praktijk nog niet of nauwelijks is uitgetoetst, maar die in theorie effectief zou kunnen zijn. De aanleiding van de hypothese kan gelegen zijn in analogieën (de maatregel is een vuistregel of bewezen maatregel in een sterk verwant habitatype) of in processen waarvan we denken dat we ze goed begrijpen, maar die echter nog niet op praktijkschaal zijn getoetst.

## 10. Literatuur

- Bijlsma, R.J., J.A.M. Janssen, R. Haveman, R.W. de Waal & E.J. Weeda (met medewerking van A.J.M. Koomen, D.R. Lammertsma, R. Loeb & G.J. Maas). 2008. Natura 2000 habitattypen in Gelderland. Alterra-rapport 1769, Wageningen.
- Bobbink, R. & J.P. Hettelingh (eds) 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23–25 June 2010. RIVM rapport 680359002, 244p.
- Den Ouden, J., B. Muys, F. Mohren & K. Verheyen 2010. Boscologie en bosbeheer. Acco Leuven/Den Haag, 674 p.
- De Schrijver, A., R. Devlaeminck, J. Mertens, K. Wuyts, M. Hermy & K. Verheyen 2007a. On the importance of incorporating forest edge deposition for evaluating exceedance of critical pollutant loads. *Applied Vegetation Science* 10: 293–298.
- De Schrijver, A., G. Geudens, L. Augusto, J. Staelens, J. Mertens, K. Wuyts, L. Gielis & K. Verheyen 2007b. The effect of forest type on throughfall deposition and seepage flux: a review. *Oecologia* 153: 663–674.
- Duel, H., C. Kwakernaak & T. Morel 1991. Natuurontwikkeling in uiterwaarden : perspectieven voor het vergroten van rivierdynamiek en het ontwikkelen van oobossen in de uiterwaarden van de Rijn. Publikaties en rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn"; no. 29, Delft.
- Hommel, P.W.F.M.(red.), R.J. Bijlsma, K.A.O. Eichhorn, R.H. Kemmers, J. den Ouden, J.H.J. Schaminée, R.W. de Waal, M.F. Wallis de Vries & B.J.C. Willers 2010. Mogelijkheden voor herstelbeheer in hellingbossen op kalkrijke bodem in Zuid-Limburg. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Rapport DKI nr. 2010/dk140-O. Ede, 103 pp.
- Kemmers, R., P. Brinkman, J. Bloem, J. Faber & W. van der Putten 2011. Is bodembiodiversiteit van belang voor beekdalvegetaties? *De Levende Natuur* 112: 4–9.
- Knaapen, J.P. & J.G.M. Rademakers 1990. Rivierdynamiek en vegetatieontwikkeling. Rapportenreeks Staring centrum nr 82, Wageningen, 84 p.
- Koop H. & S. van der Werf 1995. Natuurlijke bosgemeenschappen A-locaties en boscomplexen: achtergronddocument bij de ecosysteemvisie bos. IBN-rapport 162. Instituut voor Bos en Natuuronderzoek, Wageningen, 230p.
- Maas, G.J., B. Makaske, P.W.F.M. Hommel, B.S.J. Nijhof & H.P. Wolfert 2003. Verstoring en successie. Rivierdynamiek en stroomdalvegetaties in de uiterwaarden van de Rijntakken. Alterra-rapport 759, Wageningen.
- Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens 2009. Ecologische vereisten habitattypen. KWR 09-018, 45 pp.
- Schaminée J., A.J.M. Janssen, C. Aggenbach, R. Haveman, H. Sierdsema, N. Smits & R. van 't Veer. 2000. Wegen naar natuurdoeltypen 2, Expertisecentrum LNV, Directie natuurbeheer, rapport nr 46, Wageningen.
- Stortelder, A.H.F., J.H.J. Schaminée & P.W.F.M. Hommel 1999. De vegetatie van Nederland. Deel 5. Plantengemeenschappen van ruigten, struwelen en bossen. Opulus press, Uppsala/Leiden.
- Van der Werf, S. 1991. Bosgemeenschappen. Natuurbeheer in Nederland 5. Pudoc, Wageningen.
- Van Dobben, H.F., R. Bobbink, A. van Hinsberg & D. Bal 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra-rapport, Wageningen.

- Weeda, E.J., C. Schuiling, Th. Jacobs & J.P.M. Willemsen 2008. Inventarisatie van ruimteclaims in rivierengebied ten behoeve van Natura 2000 en de Ecologische Hoofdstructuur. Alterra-rapport 1638, Wageningen.
- Wolf, R.J.A.M., A.H.F. Stortelder & R.W. de Waal (red.) 2001. Ooibossen. Bosccosystemen in Nederland 2. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Wuyts K. 2009. Patterns of throughfall deposition, nitrate seepage, and soil acidification in contrasting forest edges. Ph.D. thesis, Ghent University, Belgium, 202p. ISBN-number: 978-90-5989-283-5.
- Wuyts, K., A. de Schrijver, F. Vermeiren & K. Verheyen 2009. Gradual forest edges can mitigate edge effects on throughfall deposition if their size and shape are well considered. *Forest Ecology and Management* 257: 679-687.

